

может являться эффективным способом повышения твердости древесно-полимерных композитов.

Библиографический список

1. Клёсов А.А. Древесно-полимерные композиты / А.А. Клёсов // СПб: Научные основы и технологии, 2010. 736 с.
2. Глухих В.В. Получение и применение изделий из древесно-полимерных композитов с термопластичными полимерными матрицами: учеб.пособие / В.В. Глухих, Н.М. Мухин, А.Е. Шкуро, В.Г. Бурындин // Екатеринбург: УГЛТУ. 2014. 85 с.
3. Мухин Н.М. Определение реологических и физико-механических свойств полимерных материалов: метод. указ. / Н.М. Мухин, В.Г. Бурындин // Екатеринбург: УГЛТУ. 2011. 29 с.

УДК 674.815

В.Е. Щукин, Н.С. Баулина, О.Ф. Шишлов
(V.E. Shchukin, N.S. Baulina, O.F. Shishlov)
ОАО «Уралхимпласт», Нижний Тагил
(JSC «Uralchimplast», Nizny Tagil)
В.В. Глухих
(V.V. Gluckhih)
УГЛТУ, Екатеринбург
(USFEU, Ekaterinburg)

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ
НА СВОЙСТВА ПЛИТ OSB
(INFLUENCE OF TECHNOLOGICAL FACTORS
ON THE OSB PROPERTIES)**

Изучено влияние расхода фенолкарданолформальдегидной смолы и содержания в ней карданола на физико-механические свойства плит OSB.

The influence of consumption of the phenol-cardanol-formaldehyde resin and of cardanol containing in it on physical and mechanical properties of OSB has been studied.

Плиты с крупноразмерной ориентированной стружкой OSB (ОСП) являются современной альтернативой применению в строительстве обрезных досок, фанеры 1-2-го сортов и традиционных древесностружечных плит (ДСП).

Проведённые совместные исследования ПАО «Уралхимпласт» и УГЛТУ показали эффективность использования фенолкарданолформальдегидных связующих для производства нетоксичных ДСтП с повышенной водостойкостью [1].

Целью данной работы являлось определение зависимости свойств трёхслойных плит ОСП от расхода фенолкарданолформальдегидной смолы и содержания в ней карданола. Для достижения данной цели был проведён трёхуровневый полный двухфакторный эксперимент по плану Коно (план Ко-2). Планы Коно обладают хорошими статистическими характеристиками и экономны по числу экспериментов [2].

Выбор входных факторов и областей их изменения был основан на результатах проведённых исследований при получении и анализе свойств ДСтП. Области изменения входных факторов представлены в таблице.

Области изменения входных факторов в эксперименте

Входные факторы	Натуральные значения входных факторов (Z_i) при их следующих нормализованных значениях (x_i)		
	$x_i = -1$	$x_i = 0$	$x_i = +1$
Расход смолы (Z_1), мас. % абсолютно сухой смолы от абсолютно сухой стружки	12	14	16
Степень замещения фенола на карданол в фенолкарданолформальдегидной смоле (Z_2), мас. %	0	7,5	15

За выходные параметры были взяты следующие свойства плит ОСП:

σ –прочность при изгибе по главной оси плиты, МПа;

S_2 – разбухание в воде по толщине за 2 ч; отн. %;

S_{24} – разбухание в воде по толщине за 24 ч; отн. %;

W_2 – водопоглощение за 2 ч; мас. %;

W_{24} – водопоглощение за 24 ч; мас. %.

Для получения экспериментально-статистических моделей свойств плит ОСП был проведён регрессионный анализ полученных результатов эксперимента. Экспериментально-статистические модели свойств плиты ОСП (\hat{y}) представлялись в виде следующего регрессионного полинома второй степени:

$$\hat{y} = b_0 + b_1 Z_1 + b_2 Z_2 + b_{12} Z_1 Z_2 + b_{11} Z_1^2 + b_{22} Z_2^2,$$

где b_0 – свободный член (постоянная регрессии);

$b_1, b_2, b_{12}, b_{11}, b_{22}$ – коэффициенты, учитывающие соответственно линейное, парное и нелинейное влияние входных факторов;

Z_1, Z_2 – натуральные значения входных факторов.

Для полученных результатов эксперимента был проведён классический регрессионный анализ с использованием программы MS Excel и с до-

верительной вероятностью не менее 0,95. Были получены следующие адекватные уравнения регрессии со значимыми регрессионными коэффициентами [3]:

$$\sigma = 5,36Z_1 - 5,00Z_2 + 0,3479Z_1Z_2 - 0,2786Z_1^2 \quad (R^2 = 0,988);$$

$$S_2 = 314,14 - 45,18Z_1 + 7,05Z_2 - 0,6318Z_1Z_2 + 1,7600Z_1^2 + 0,1493Z_2^2 \times \\ \times (R^2 = 0,982);$$

$$S_{24} = 388,21 - 56,18Z_1 + 8,21Z_2 - 0,6967Z_1Z_2 + 2,1708Z_1^2 + 0,1347Z_2^2 \times \\ \times (R^2 = 0,973);$$

$$W_2 = 15,98Z_1 - 0,7070Z_1^2 \quad (R^2 = 0,993);$$

$$W_{24} = 19,08Z_1 - 0,8292Z_1^2 \quad (R^2 = 0,996).$$

Полученные уравнения регрессии показывают, что в исследованной области факторного пространства наблюдаются адекватные двухфакторные (σ , S_2 , S_{24}) и однофакторные (W_2 , W_{24}) зависимости влияния технологических факторов на свойства плиты ОСП.

Для поиска оптимальных значений технологических факторов, обеспечивающих получение водостойких ОСП с показателями свойств, соответствующих современным российским и европейским требованиям, в качестве целевой функции было взято уравнение регрессии разбухания плит в воде за 24 ч. В программе MS Excel, используя процедуру «Поиск решения» [4], был проведён поиск минимума целевой функции для нелинейных задач методом ОПГ при следующих ограничениях и граничных условиях: прочность при изгибе – не менее 20 МПа, расход смолы – от 12 до 16 мас. %, степень замещения фенола на карданол в смоле – от 0 до 15 мас. %.

Результаты расчётов показали, что при условии выполнения ограничений минимальное значение разбухания ОСП в воде за 24 ч достигается при следующих условиях: расход смолы – 13,7 мас. %, степень замещения фенола на карданол в смоле – 4,9 мас. %.

При найденных оптимальных значениях технологических факторов по традиционной методике были получены лабораторные образцы плит ОСП. Значения ожидаемых по уравнениям регрессии и полученных средних арифметических значений фактических результатов показывают удовлетворительное соответствие между расчётными и фактическими значениями показателей свойств плит ОСП и их соответствие нормам ГОСТ 56309-2014.

Библиографический список

1. Шишлов О.Ф. Получение и свойства древесных композитов с новыми карданолсодержащими адгезивами: дис. ... докт. техн. наук: 05.21.03 и 05.21.05: защищена 26.03.2015: утв. 27.01.2016 / О.Ф. Шишлов. Екатеринбург. 2015. 385 с.

2. Пен Р.З. Планирование эксперимента в Statgraphics: учеб. пособие по дисциплинам "Планирование и организация эксперимента" и "Основы науч. исслед." / Р.З. Пен. Изд. 2-е, доп. Красноярск: Красноярский писатель: СибГТУ. 2012. 270 с.

3. Вадзинский Р. Статистические вычисления в среде Excel / Р. Вадзинский. СПб.: Питер. 2008. 608 с.

4. Курицкий Б.Я. Поиск оптимальных решений средствами Excel 7.0 / Б.Я. Курицкий. СПб.: ВНУ. Санкт-Петербург. 1997. 384 с.